

NGHIÊN CỨU CÔNG NGHỆ LẮNG TÁCH XỈ LÒ LUYỆN SKS, LÒ CHUYỂN VÀ THU HỒI SẮT KIM LOẠI BẰNG LÒ ĐIỆN HỒ QUANG TẠI NHÀ MÁY LUYỆN ĐỒNG THUỘC TKV

**KS. Vũ Đức Quyết, KS. Hoàng Ngọc Minh
KS. Đoàn Vũ Long, KS. Phạm Đức Bằng
KS. Hoàng Văn Nhân, KS. Đỗ Tiến Vinh**
Chi nhánh Luyện đồng Lào Cai - Vimico

Biên tập: ThS. Nguyễn Văn Minh

Tóm tắt:

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu công nghệ lắng tách xỉ các lò luyện SKS, lò chuyển và thu sắt kim loại bằng lò Điện hồ quang tại các nhà máy Luyện đồng Tầng Loỏng, Lào Cai. Kết quả nghiên cứu đã lựa chọn được công nghệ lắng tách xỉ các lò luyện SKS, lò chuyển và thu sắt kim loại bằng lò điện hồ quang, sản phẩm hợp kim sắt thu được đạt tiêu chuẩn chất lượng đề ra với hàm lượng Fe trong hợp kim sắt thu được $Fe > 90\%$.

1. Mở đầu

Nhà máy Luyện đồng Tầng Loỏng, Lào Cai đi vào sản xuất từ tháng 08/2008, đến nay năng suất sản lượng dây chuyền sản xuất đã vượt thiết kế (30%), chất lượng các sản phẩm nhà máy sản xuất ổn định và đạt yêu cầu thiết kế, đáp ứng yêu cầu tiêu chuẩn cơ sở của Tổng công ty khoáng sản - TKV.

Trong các năm vừa qua, cùng với quá trình gia tăng sản xuất, nhà máy đã triển khai nhiều nghiên cứu khoa học gắn liền với sản xuất nhằm tối ưu hóa dây chuyền công nghệ, nâng cao hiệu quả sản xuất góp phần gia tăng hiệu quả kinh tế.

Mặc dù, đến nay Nhà máy Luyện đồng Lào Cai có năng suất, sản lượng của dây chuyền đã thực hiện vượt thiết kế cũng như kế hoạch đề ra, tỷ lệ thu hồi kim loại quý tăng dần qua các năm. Tuy nhiên, cần tiếp tục nghiên cứu thu hồi các kim loại sinh ra trong quá trình luyện đồng nhằm tận thu tài nguyên và góp phần nâng cao chuỗi giá trị sản xuất. Trải qua hơn 14 năm quản lý vận hành dây chuyền sản xuất đồng, Chi nhánh Luyện đồng Lào Cai - Vimico đã làm chủ dây chuyền công nghệ và tích lũy kinh nghiệm trong kỹ thuật luyện đồng.

Xuất phát từ những yêu cầu cần thiết và khả năng thực hiện như trên nhóm tác giả đã đi đến thực hiện Đề tài nghiên cứu: “*Nghiên cứu công nghệ lắng tách xỉ các lò luyện SKS, lò chuyển và thu sắt kim loại bằng lò điện hồ quang tại các nhà máy Luyện đồng thuộc TKV*”.

2. Nghiên cứu đánh giá thành phần khoáng vật trong xỉ Luyện đồng

Ghi chú: Xỉ lò SKS (M1); Xỉ lò chuyển (M2)

Nhận xét: Thành phần xỉ lò SKS và lò chuyển chủ yếu Fe, Cu và Si.

2.1. Đối với xỉ lò SKS

Nhóm tác giả đã tiến hành lấy 02 mẫu xỉ lò và **phân tích thành phần vật chất**, kết quả phân tích như sau:

* Kết quả phân tích thành phần khoáng vật mẫu số 1

- Magnetit: 15%

- Pyrotin: 5 %

- Bornit: 7%

Cấu tạo xỉ: Hạt tha hình và hạt giả hình, xâm tán đều.

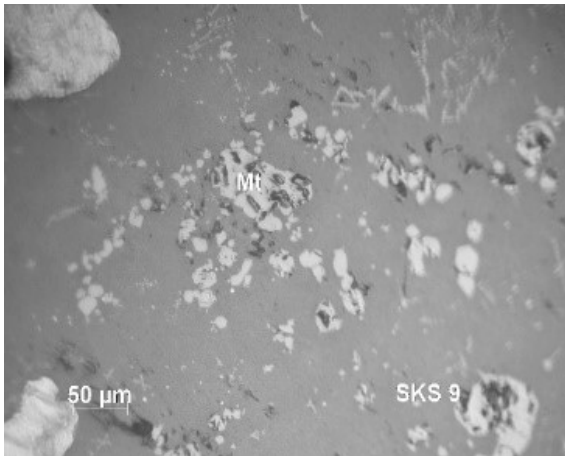
Pyrotin: Gặp trong mẫu với hàm lượng khoảng 5%, chúng chủ yếu tồn tại dưới dạng các vi hạt tha

Bảng 1. Tổng hợp khảo sát hàm lượng trong xỉ Luyện đồng

TT	Tên mẫu thử	Chỉ tiêu						
		Cu	Fe	Si	S	Pb	Sb	Au
	Đơn vị tính	%	%	%	%	g/tấn	g/tấn	g/tấn
1	M1	2,59	40,18	33,34	2,24	35,05	143,75	1,12
2	M2	3,86	47,83	27,26	0,67	72,73	68,99	0,83

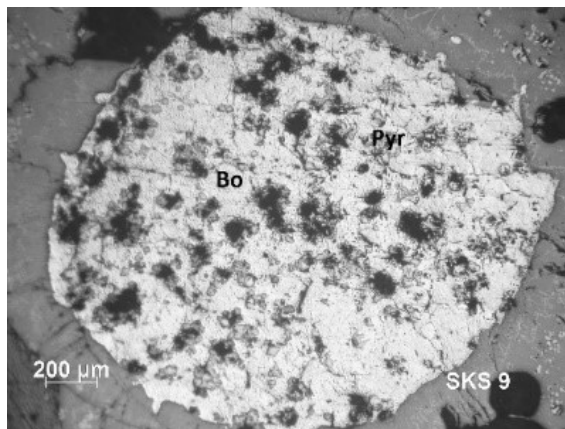
hình trên nền các hạt bornit giả.

Magnetit: Trong mẫu gặp magnetit với hàm lượng khoảng 15%. Magnetit tồn tại chủ yếu ở dạng hạt tha hình với kích thước các hạt < 0,05mm, chúng phân bố xâm tán rải rác, đôi khi xâm tán thành đám hạt trong nền đá với kích thước hạt khoảng 0,02mm (Hình 1).



Hình 1. Magnetit (Mt) hạt tha hình, tạo ổ xâm tán trong đá

Bornit: Trong mẫu gặp khá nhiều hạt bornit kiểu thể dị hình tròn, hoặc đôi khi hình oval kích thước từ 0,08 - 1mm, chúng xâm tán khá đều trong đá (Hình 2).



Hình 2. Bornit (Bo) kiểu thể dị hình tròn xâm tán cùng magnetit (Mt) trong đá

* Kết quả phân tích thành phần khoáng vật mẫu số 2

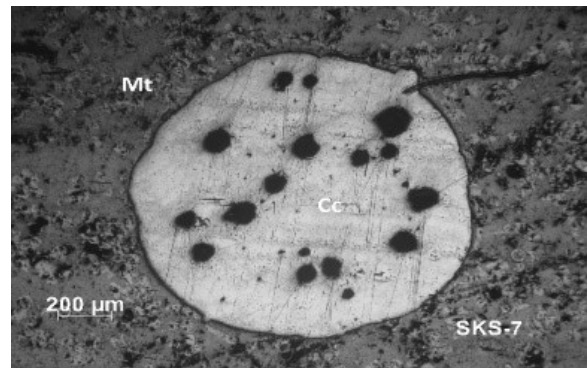
- Magnetit: 4%
- Chalcocin: 1%
- Cuprit: 0,5%

Cấu tạo xỉ: Dạng hạt tha hình, hạt giả hình, sót.

Xâm tán đều, vành riềm.

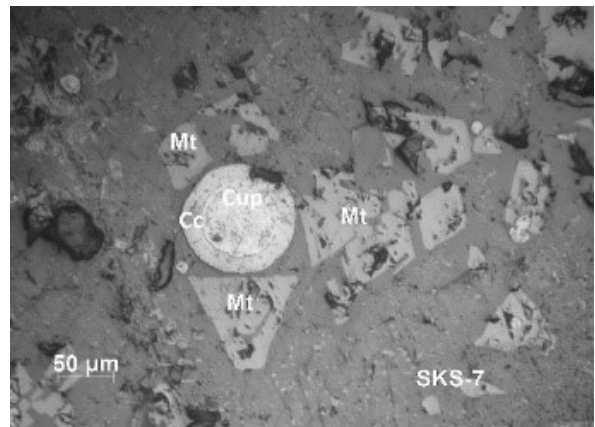
Magnetit: Trong mẫu gặp magnetit với hàm lượng khoảng 4%. Magnetit tồn tại chủ yếu ở dạng hạt tha hình xâm tán đều trong đá với kích thước hạt < 0,1mm.

Chalcocin: Trong mẫu gặp chalcocin với hàm lượng khoảng 1%, chúng tồn tại dưới dạng thể dị ly hình tròn nước với kích thước hạt dao động từ 0,2 - 0,8 mm, hoặc đôi khi chúng tồn tại dưới dạng vành riềm, bao quanh, găm mòn thay thế cho các hạt khoáng vật nguyên sinh có trước (Hình 3).



Hình 3. Hạt sulfua chalcocin (Cc) kiểu thể dị ly hình tròn xâm tán cùng magnetit (Mt) trong đá

Cuprit: Trong mẫu gặp cuprit với hàm lượng khoảng 0,5%, chúng một vài hạt cuprit tha hình với kích < 0,1mm, chúng thường xâm tán trên nền hoặc đôi khi lấp đầy trong các vi khe nứt, lỗ hổng trong các hạt chalcocin giả hình (Hình 4).



Hình 4. Chalcocin (Cc) tạo vành riềm thay thế chalcopyrit từ ven rìa

* Kết quả Phân tích EDX:

* Nhật xét về thành phần khoáng vật của xỉ lò luyện SKS:

- Magnetit: ~4 - 15%

Layer Table						
#	Thick	Type	Error	Units	Density	Norm. Total
1	0.00	Bulk	0.00	mg/cm2	0.00	On 100.00
Sample Table						
Layer	Component	Type	Concn.	Error	Units	Mole%
1	MgO	Calc	0.720	0.158	wt. %	1.213
1	Al2O3	Calc	7.895	0.246	wt. %	5.254
1	SiO2	Calc	47.254	0.420	wt. %	53.362
1	P	Calc	0.039	0.032	wt. %	0.086
1	S	Calc	1.907	0.036	wt. %	4.035
1	K2O	Calc	0.762	0.022	wt. %	0.549
1	CaO	Calc	2.859	0.035	wt. %	3.459
1	TiO2	Calc	0.234	0.009	wt. %	0.199
1	Cr2O3	Calc	0.030	0.004	wt. %	0.013
1	Mn	Calc	0.054	0.004	wt. %	0.067
1	Fe	Calc	21.940	0.035	wt. %	26.656
1	Fe3O4	Calc	15.876	0.025	wt. %	4.652
1	Cu	Calc	0.324	0.006	wt. %	0.346
1	Zn	Calc	0.107	0.004	wt. %	0.111

- Chalcopyrit: ~1-4%
- Bornit: ~1-3%
- Đồng tự sinh: Ít
- Phi quặng: ~88-94%
- Phi quặng: Không xác định thành phần, nằm đan xen với các khoáng vật khác do gia nhiệt.
- Cấu tạo xỉ: Hạt tự hình, tha hình, dạng xâm tán.
- Trong xỉ lò, tỷ lệ khoáng vật Chalcopyrit chiếm khoảng 1 - 4% và tỷ lệ Magnetit chiếm 4-15%.

* Về phân bố Fe trong xỉ chủ yếu 2 dạng: (i) Dạng 1 sắt tồn tại trong khoáng vật magnetit (Fe_3O_4) chiếm tỷ lệ về khối lượng so với xỉ lò SKS từ 2,89% ÷ 10,86%; (ii) Dạng 2 sắt nằm trong phi quặng- xỉ failit ($FeO.SiO_2$) chiếm tỷ lệ về khối lượng so với xỉ lò SKS từ 29,32 ÷ 37,29%.

2.2. Đối với xỉ lò chuyển

Nhóm tác giả đã tiến hành lấy 02 mẫu xỉ lò và phân tích thành phần vật chất, kết quả phân tích như sau:

* Kết quả phân tích thành phần khoáng vật mẫu số 1:

- Magnetit: 30%
- Chalcosin: 1%
- Cuprit: một vài vi hạt

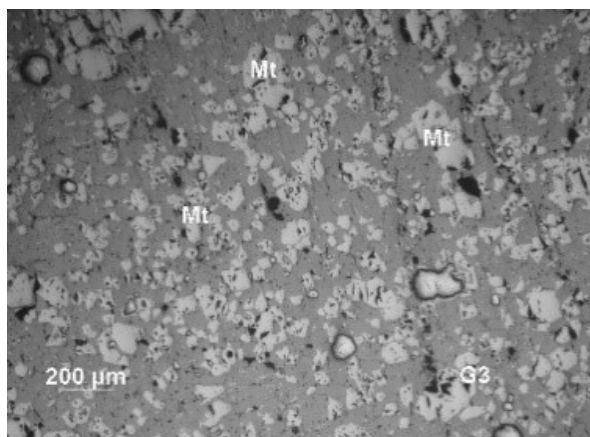
Cấu tạo xỉ: Hạt tha hình, giả hình. Dang ổ, xâm tán đều

Mô tả khoáng vật:

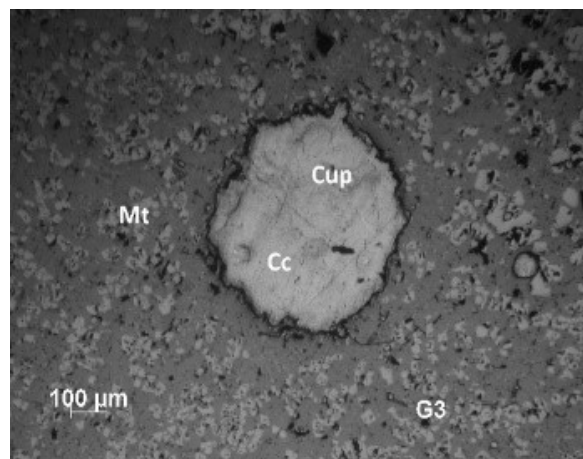
Magnetit: Trong mẫu gặp magnetit với hàm lượng khoảng 30%. Magnetit tồn tại chủ yếu ở dạng hạt tha hình xâm tán đều trong đá với kích thước hạt < 0,1mm (Hình 5).

- **Chalcosin:** Trong mẫu gặp chalcosin với hàm lượng khoảng 1%, chúng tồn tại dưới dạng thể dị ly hình giọt nước với kích thước hạt dao động từ 0,2-0,3mm, (Hình 6).

Cuprit: Trong mẫu gặp một vài vi hạt cuprit tha hình với kích < 0,1mm, chúng thường xâm tán trên



Hình 5. Magnetit (Mt) hạt tha hình xâm tán dày trong đá



Hình 6. Chalcosin(Cc), Cuprit (Cup) xâm tán trong đá

nền hoặc đôi khi lấp đầy trong các vi khe nứt trong các hạt chalcosin giả hình, (Hình 6).

* Kết quả phân tích thành phần khoáng vật mẫu số 2:

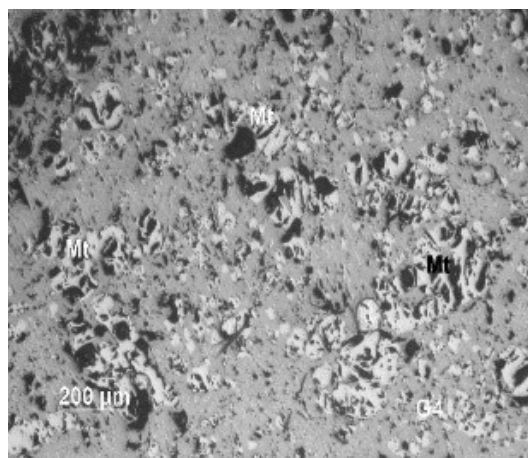
- Magnetit: 35%
- Chalcosin: 1-2%
- Cuprit: một vài vi hạt

Cấu tạo quặng: Hạt tha hình, hạt giả hình, xâm tán đều

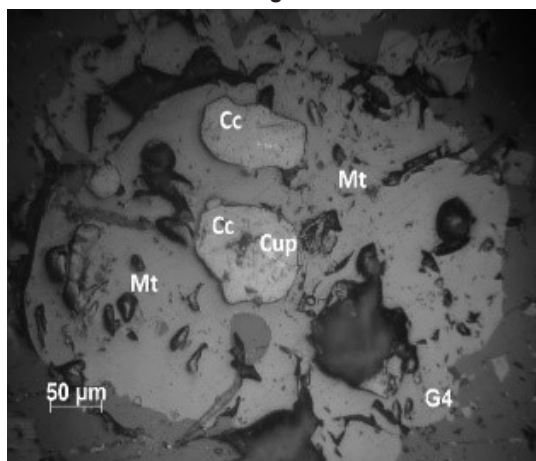
Mô tả:

Magnetit: Trong mẫu gặp magnetit với hàm lượng khoảng 35%. Magnetit tồn tại chủ yếu ở dạng hạt tha hình xâm tán đều trong đá hoặc đôi khi quan sát thấy chúng tồn tại dưới dạng những đám ổ nhỏ với kích thước hạt < 0,1mm (Hình 7).

Chalcosin: Trong mẫu gặp chalcosin với hàm lượng khoảng 1-2%, chúng tồn tại dưới dạng hạt giả hình, găm mòn thay thế cho các hạt sulfur có



Hình 7. Magnetit (Mt) hạt tha hình xâm tán dày trong đá



Hình 8. Chalcosin (Cc) giả hình chalcopyrit khảm trên nền magnetit (Mt)

trước với kích thước hạt dao động từ 0,1-0,5mm (Hình 8).

Cuprit: Trong mẫu gặp một vài vi hạt cuprit tha hình với kích thước dao động từ 0,01-0,02mm, chúng thường xâm tán trên nền hoặc đôi khi lấp đầy trong các vi khe nứt trong các hạt chalcosin giả hình.

* Phân tích EDX:

* Nhật xét về thành phần khoáng vật của xỉ lò chuyển:

- Magnetit: ~20-35%
- Chalcopyrit: ~2%
- Bornit: ~3
- Chalcosin: ít
- Đồng tự sinh: r.ít
- Covelin: ít
- Phi quặng: ~70%

Layer Table						
#	Thick	Type	Error	Units	Density	Norm. Total
1	0.00	Bulk	0.00	mg/cm2	0.00	On 100.00

Sample Table						
Layer	Component	Type	Concn.	Error	Units	Mole%
1	MgO	Calc	0.080	0.171	wt.%	0.151
1	Al2O3	Calc	0.748	0.156	wt.%	0.555
1	SiO2	Calc	13.235	0.293	wt.%	16.659
1	P	Calc	0.011	0.021	wt.%	0.027
1	S	Calc	1.923	0.040	wt.%	4.535
1	K2O	Calc	0.366	0.020	wt.%	0.294
1	CaO	Calc	0.258	0.013	wt.%	0.347
1	Fe	Calc	47.306	0.067	wt.%	64.065
1	Fe3O4	Calc	34.231	0.049	wt.%	11.181
1	Cu	Calc	1.641	0.022	wt.%	1.953
1	Zn	Calc	0.201	0.010	wt.%	0.233

Cấu tạo xỉ: Hạt tự hình, tha hình xâm tán trên nền đá.

* Về phân bố Fe trong xỉ chủ yếu 2 dạng: (i) Dạng 1 sắt tồn tại trong khoáng vật magnetit (Fe_3O_4) chiếm tỷ lệ về khối lượng so với xỉ lò chuyển từ 14,4% ÷ 25,5 %; (ii) Dạng 2 sắt nằm trong phi quặng- xỉ failit ($\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$) chiếm tỷ lệ về khối lượng so với xỉ lò SKS từ 22,8 ÷ 33,3%.

Tóm lại: Qua kết quả phân tích khoáng vật, phân tích hóa học xỉ lò SKS và lò chuyển cho thấy: (i) Hàm lượng Cu trong xỉ dao động 2,59-3,86%Cu; (ii) Hàm lượng Fe từ 40,18 – 47,83%Fe tồn tại trong magnetit và phi quặng. Do đó, cần nghiêm cứu chế độ lắng đọng để giảm hàm lượng Cu trong xỉ lò SKS, lò chuyển xuống và nghiên cứu công nghệ thu hồi sắt trong xỉ thải.

3. Kết quả nghiên cứu

Nhóm tác giả đã nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng tới quá trình lắng tách xỉ lò các loại và hoàn nguyên thu sắt hợp kim sắt trong xỉ và lựa chọn được các thông số tối ưu, cụ thể:

(i) Quá trình lắng tách thu hồi đồng tại lò điện hồ quang 1500kVA được thực hiện theo các thử nghiệm:

+ Nạp xỉ lò SKS nóng → Bảo ôn nhiệt (nếu chờ) → Nâng nhiệt đến điểm yêu cầu → Cấp trợ dung khuấy trộn để tạo sự đồng đều làm giảm độ nhớt và tỷ trọng của xỉ → Ổn định nhiệt độ liệu lỏng và mức độ khuấy trộn để lắng tách đồng → Tháo xỉ nhiều lần (để nguội dùng cho giai đoạn hoàn nguyên sắt) → Tháo stén (Hàm lượng Cu >40-50%Cu) cấp lò chuyển.

+ Nạp xỉ lò chuyển nóng → Bảo ôn nhiệt (nếu chờ) → Nâng nhiệt đến điểm yêu cầu → Cấp trợ dung khuấy trộn để tạo sự đồng đều làm giảm độ nhớt và tỷ trọng của xỉ → Ổn định nhiệt độ liệu lỏng và mức độ khuấy trộn để lắng tách đồng → Tháo xỉ nhiều lần (để nguội dùng cho giai đoạn hoàn nguyên sắt) → Tháo stén (Hàm lượng Cu

>40-80%Cu) cấp lò chuyển.

+ Nạp xỉ hỗn hợp lò SKS và lò chuyển → Bảo ôn nhiệt (nếu chờ) → Nâng nhiệt đến điểm yêu cầu → Cấp trợ dung khuấy trộn để tạo sự đồng đều làm giảm độ nhớt và tỷ trọng của xỉ → Ổn định nhiệt độ liệu lỏng và mức độ khuấy trộn để lắng tách đồng → Tháo xỉ nhiều lần (để nguội dùng cho giai đoạn hoàn nguyên sắt) → Tháo sten (Hàm lượng Cu >40-60%Cu) cấp lò chuyển.

(ii) Quá trình hoàn nguyên xỉ thu hồi sắt trong xỉ tại lò điện hồ quang 1500kVA:

+ Xỉ sau khi lắng tách dạng cục lớn → Gia công đảm bảo cỡ hạt < 50mm → Kho tập kết.

+ Nạp xỉ lắng tách cỡ hạt < 50mm nạp vào lò điện → Nâng nhiệt nấu chảy → Cấp than hoàn nguyên và trợ dung để hoàn nguyên oxit sắt → Nâng nhiệt đến điểm yêu cầu cầu → Cấp bổ sung trợ dung để loại bớt SiO_2 → Tháo xỉ → Cấp bổ sung than để hoàn nguyên Fe oxit → Tháo hợp kim Fe đổ bãi.

3.1. Lắng tách thu hồi đồng

Đối với xỉ đầu vào 2-6% Cu sau lắng tách Cu thu được (%Cu xỉ ≤ 0,5). Phần đồng thu được là dạng sten đồng với hàm lượng 30-60%Cu được thu hồi nạp vào lò chuyển để quay vòng sản xuất. Chế độ tối ưu lắng tách thu hồi đồng trong xỉ như sau:

(1) Xỉ lò SKS: Đề tài đã đưa ra được thông số tối ưu: Sử dụng than, Sô đa để phối trộn tỷ lệ: Than -0,5%; Sô đa mức phù hợp;

(2) Đối với xỉ lò Chuyển: Khi lắng tách thông thường, liệu trong lò có hiện tượng sôi bùng, xỉ và sten không phân tách. Cần phải cho phụ gia để tăng hiệu quả lắng và khử sôi. Hợp chất có Sulfua như Pyrotin.

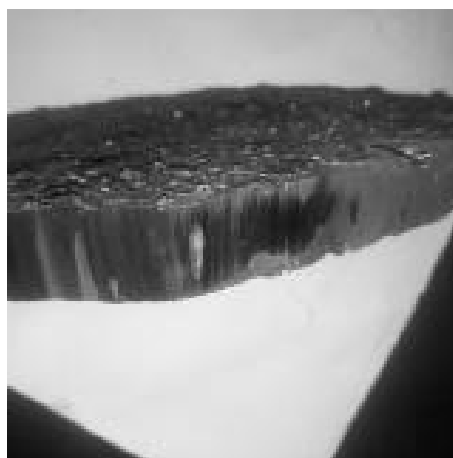
(3) Xỉ hỗn hợp (Xỉ lò SKS + xỉ lò Chuyển): thông số tối ưu về Nhiệt độ lắng tách, thời gian lắng tách... Chế độ lắng tách tối ưu: Than = 0,7%; Pyrotin = 0,2%; Soda = 0,4%; CaF_2 = 0,09%; CaC_2 = 0,3%.

3.2. Hoàn nguyên thu hồi hợp kim sắt

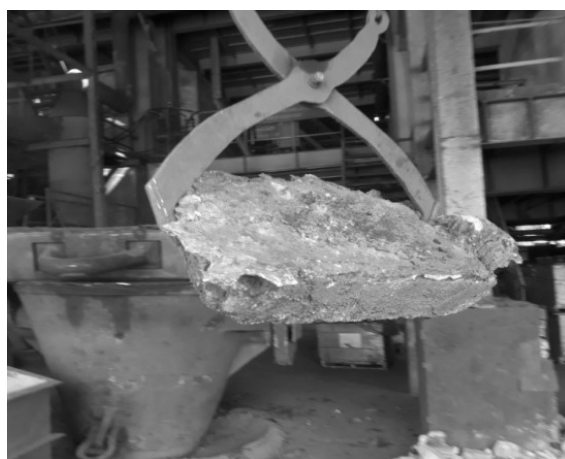
Đề tài đã xây dựng được quy trình công nghệ để thu hồi hợp kim sắt có trong từng loại xỉ lò, cũng như xỉ hỗn hợp. Tối ưu hoá các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình thử nghiệm cũng như các loại hoá chất phụ gia tiêu tốn trong quá trình sản xuất. chất lượng sắt dạng hợp kim đạt > 90%Fe (Hình 9, 10)

4. Kết luận

Đề tài đã xây dựng được quy trình công nghệ



Hình 9. Mặt cắt phôi hợp kim sắt Fe>90%



Hình 10. Phôi hợp kim sắt

xử lý lắng tách xỉ, thu hồi sắt kim loại trong xỉ lò SKS, lò chuyển luyện đồng. Quy trình ứng dụng lắng tách xỉ lò SKS, lò chuyển và thu hồi sắt kim loại tại nhà máy luyện đồng Chi nhánh Luyện đồng Lào Cai – Vimico đã giảm hàm lượng Cu trong xỉ xuống <0,5% và thu hồi được hợp kim sắt thu được Fe > 90%.

Kết quả nghiên cứu của đề tài làm cơ sở khoa học cho quá trình lắng tách xỉ và thu hồi kim loại sắt tại nhà máy luyện đồng thuộc TKV, góp phần tận thu tài nguyên và nâng cao chuỗi giá trị sản xuất đồng.

Tài liệu tham khảo:

[1]. Báo cáo tổng kết đề tài “Nghiên cứu công nghệ lắng tách xỉ các lò luyện SKS, lò chuyển và thu hồi sắt kim loại bằng lò điện hồ quang tại các nhà máy Luyện đồng thuộc TKV”, Tổng Công ty Khoáng sản TKV-CTCP 2023.



Research on slag separation technology of SKS furnace, furnace for transferring and recovering ferrous metal by electric arc furnace at copper smelting plant of Vinacomin

Eng. Vu Duc Quyet, Eng. Hoang Ngoc Minh, Eng. Doan Vu Long, Eng. Pham Duc Bang

Eng. Hoang Van Nhan, Eng. Do Tien Vinh

Vimico - Lao Cai Copper Smelting Branch

Abstract:

This paper presents the results of research on slag separation technology of SKS smelters, furnaces for transferring and collecting metal by electric arc furnaces at Tang Loong copper smelting plant, Lao Cai. The research results have selected the slag separation technology of SKS smelters, the furnaces to transferring and collecting metallic iron by electric arc furnaces, the obtained iron alloy products meet the set quality standards with the Fe content in iron alloys with obtained Fe of >90%.